·元分析(Meta-Analysis)·

动作电子游戏对不同注意子网络的影响 ——来自元分析的证据*

从欣蕊[1] 武泽宇[1] 曼祖拉·艾江山[1] 姜云鹏[1,2,3] 刘 妍[1] 吴 瑕[1,2,3]

([1]天津师范大学心理学部; [2]教育部人文社会科学重点研究基地天津师范大学心理与行为研究院; [3]学生心理发展与学习天津市高校社会科学实验室, 天津 300387)

摘 要 动作电子游戏是指要求参与者在广阔的视野中处理多个复杂且快速变化的信息, 并对这些刺激做出快速而准确反应的游戏。以往研究对动作电子游戏是否能够促进注意能力的发展存在争议。采用元分析的方法, 研究分析了动作电子游戏对注意及其子网络的影响, 并考察行为指标作为调节变量时, 在动作电子游戏与注意之间关系产生的影响。共计纳入符合要求的文献 28 篇, 其中包含 71 个效应量, 涉及被试 3359 人。研究结果显示, 动作电子游戏对注意警觉的影响最为显著, 呈现为中等偏高程度的影响, 而注意定向呈现中等偏低程度的影响, 对注意的执行控制呈现低程度的影响。动作电子游戏对注意的影响还受到行为指标的调节, 反应时均大于正确率的效应值, 说明考察注意水平时反应时更加敏感。这些结果表明, 动作电子游戏与注意中的警觉功能关系最为密切, 且会受到行为指标选取的影响。研究进一步明确了动作电子游戏与注意的关系, 为不同研究之间的结果比较提供依据。

关键词 动作电子游戏, 注意元分析, 调节效应, 警觉

分类号 B849

1 引言

《2021 年中国游戏产业报告》数据显示, 2020 年至 2021 年中国游戏用户规模增长平稳, 达到 6.66 亿人, 比上年增长 0.22%。游戏用户逐渐增多, 电子游戏已经成为人们的主要休闲娱乐方式之一。虽然电子游戏的分类多且杂, 但是动作电子游戏(Action Video Games)具有快节奏(就移动物体的速度而言, 存在许多高度短暂的事件, 并且需要在严格的时间限制下作出

收稿日期：2022-11-18
* 天津市教育科学规划课题(CBE210101)资助。
通讯作者：吴瑕, E-mail: wuxia@tjnu.edu.cn

相应的反应)、高度的知觉与运动负荷(需要同时跟踪多个项目, 并且不断重新评估多种可能的目标状态)、需要迅速执行多种运动计划、在高度集中与更加分散的注意力状态之间不断切换的特点(Bediou et al., 2018)。许多研究发现, 动作电子游戏玩家在很多认知方面都要优于非动作电子游戏玩家(Bavelier et al., 2012; Bediou et al., 2018)。动作电子游戏对 6 个认知过程(知觉、注意、空间认知、抑制、多任务/任务切换和语言认知)均有不同程度的积极影响, 但其对知觉、空间认知和注意力等产生较为可靠的影响(Bediou et al., 2018)。在现实生活中, 通过训练动作电子游戏的方式, 可以使玩家获得更快、更高效地执行新任务的能力(Green & Bavelier, 2015)。因此, 探讨动作电子游戏对注意的影响, 可以更好的了解其对个体发展的作用, 比如对个体反应速度、注意容量、视觉−动作协调以及目标搜索等能力的影响。

以往考察动作电子游戏与注意关系的研究表明, 适当玩动作电子游戏能提高玩家的注意力水平。张豹等人(2019)提到, 动作电子游戏对注意的抑制执行、空间维度、资源容量等都具有积极的影响。Chisholm 等人(2015)采用复合搜索任务, 将选择和反应过程分开, 探究动作电子游戏对注意分配控制能力的影响, 结果显示动作电子游戏玩家在选择和反应过程的表现均优于非动作电子游戏玩家, 说明动作电子游戏对玩家的注意分配控制能力产生了积极的影响; Chen 等人(2018)采用有用视野任务(useful field of view task)考察动作电子游戏玩家与非动作电子游戏玩家在注意力表现方面的差异, 结果显示动作电子游戏玩家在反应速度和准确性上显著优于非玩家, 表明动作电子游戏玩家在空间注意和选择方面更为优秀, 动作电子游戏可以增强玩家的注意水平。然而, 也有研究未能发现动作电子游戏对注意产生影响。如 Irons 等(2011)发现, 动作电子游戏玩家与非动作电子游戏玩家在侧翼兼容任务(flanker compatibility task)中的表现并没有显著差异。Murphy 和 Spencer (2009)采用有用视野范式也发现, 相对于非动作电子游戏玩家, 动作电子游戏玩家的注意力并未发现显著提升。Karle 等(2010)也发现, 与非动作电子游戏玩家相比, 动作电子游戏玩家在与任务切换相关的认知控制过程并没有表现得更优秀。因此, 动作电子游戏是否能够提高注意水平仍存在矛盾的结果, 其机制仍不清楚。

以往研究结果存在矛盾的原因可能是忽视了注意存在多种子网络。注意按照功能可以分为警觉、定向与执行控制三个子网络(Xuan et al., 2016; Posner & Fan, 2008; Fan et al., 2002; Posner & Dehaene, 1994; Posner & Petersen, 1990)。注意警觉是指保持高度敏感的准备状态以接受外部刺激信息, 方便对目标任务作出反应(Posner, 1978); 注意定向是指在大量外界输入的信息中选择注意特征信息的能力(Corbetta & Shulman, 2002; Fan et al., 2005; Posner, 1980); 注意的执行功能是指认知操作进行监控和解决存在相互竞争的心理冲突的能力(Fan

et al., 2009)。通过注意网络测试(attention network test, ANT)评估警觉、定向与执行功能之间的关系, 结果表明这三种网络之间不存在相关性(Fan et al., 2002), 说明它们彼此独立。然而, 以往考察动作电子游戏与注意关系的研究往往只关注了其中一种子网络, 如 Dale 等人(2017)采用简单反应时任务(Simple RT task)来考察注意警觉子网络, 发现动作电子游戏玩家的表现比非动作电子游戏玩家更好; Kozhevnikov 等(2018)采用注意瞬脱范式(Attentional blink task)来考察注意定向子网络, 发现玩动作电子游戏的参与者(而不是那些仅仅观察动作电子游戏的人)在时间和空间方面的注意力表现出显著的暂时性的提升; Green 等(2020)采用列举任务(Enumeration task)来考察注意的执行控制子网络, 发现在任务中动作电子游戏玩家比非动作电子游戏玩家要有更长的反应时, 任务表现更差。这些结果的差异可能是由于动作电子游戏针对不同的注意子网络的效果不同而造成的。Wu 等人(2021)采用 ANT 范式同时测试动作电子游戏对警觉、定向和执行控制的影响, 结果发现动作电子游戏只与警觉子网络有显著相关, 与定向和执行控制之间不存在显著相关。需要注意的是, 虽然注意定向与传统注意分类理论中的选择性注意有一定程度的相似性, 但在顶叶皮层中两者出现了功能性的分离(Gillebert et al., 2013)。虽然以往研究针对不同的注意子网络发现了不同的结果, 但尚没有研究针对动作电子游戏对不同子网络的作用差异进行比较研究, 也无法进一步探究以往研究结果矛盾的原因。

此外, 动作电子游戏对注意子网络的影响可能会受到不同的行为指标的调节。动作电子游戏涉及“触发快乐”行为(Bediou et al., 2018), 这种行为会使玩家认为速度比准确性更重要, 更快的选择能体验到更多的快乐。因此, 测试的行为指标不同可能会对结果产生影响, 反应速度会比准确性产生更大的效应值。以往研究注意与动作电子游戏的关系常测量三个方面: 使用侧翼任务(Eriksen & Eriksen, 1974)、视觉搜索(Treisman & Gelade, 1980)和列举(Jevons, 1871)测量注意资源的分配, 采用反应时作为指标; 使用有用视野范式(Sekuler & Ball, 1986)测量注意视野大小, 采用正确率作为指标; 使用注意瞬脱任务测量注意时间维度的信息处理, 采用正确率作为指标(Raymond et al., 1992; Brodbeck & Dupuis, 2020)。当选取反应时为指标时, 动作电子游戏对注意有负向的影响(Irons et al, 2011), 而选择正确率为指标时, 动作电子游戏则对注意存在正向作用(Jacques & Seitz, 2020), 因此, 将反应指标作为调节变量来考察动作电子游戏对不同注意子网络的影响, 能够更加准确地概括和评估动作电子游戏与注意之间的关系。

综上所述, 为了解决动作电子游戏对注意的不同影响是否由注意子网络不同而引起的问题, 本研究采用元分析的方法进行探究。在此基础之上, 选取行为指标(反应时、正确率)作为调节变量探究其在动作电子游戏与注意子网络关系中的调节作用。

2 研究方法

2.1 文献搜索

文献检索时间设定为从 2006 年 1 月到 2021 年 12 月。其中, 中文文献的检索选用两种数据库：中国知网期刊全文数据库(CNKI)和万方数据库, 分别对“动作电子游戏”、“注意”等关键词进行检索。

英文文献在 Web of Science、PubMed 和 PsycInfo 三个数据库里进行检索, 将关键词：“action video game” “shooter game” “fighting game” “MOBA” “sport game” “driving game”分别与“attention” “visual search” “orienting” “orientation” “alerting” “executive control”搭配, 搜索篇名与摘要中存在关键词。最后采用文献回溯的方法和 Google Scholar 进行文献补查。[1]

2.2 纳入标准

本元分析参考以往的文献, 选定纳入标准为：(1)研究必须为考察动作电子游戏与玩家注意之间的关系; (2)实验研究必须为动作电子游戏组与非动作电子游戏组进行对照; (3)只纳入明确报告被试样本量以及研究方法, 并且提供了详细的可计算的效果量相关统计信息(例如样本量、均值、F 值或 t 值、p 值等)且不存在明显错误, 没有完整报告效果量的文献被排除; (4)在文献中的被试数据不能重复, 数据重复的文献只选择含有更充分信息的进行编码。文献类型排除综述、会议摘要和专利; (5)在同一文献中包含多个独立样本的情况下, 进行分别编码, 每个独立样本编码一次; (6)文献研究的对象不能是特殊的人群, 例如存在生理疾病的样本被排除。最终符合标准的文献有 28 篇, 一共 71 个效应量。其中英文文献 25 篇, 包括 66 个效应量; 中文 3 篇, 包括 5 个效应量。本研究文献筛选流程图如图 1 所示。

[1] 虽然很多游戏也加入了动作元素, 例如角色扮演游戏(RPG)类型、策略游戏类型等, 但目前对它们是否归属于动作电子游戏存在较大争议 (Dale & Green, 2019; Wu et al., 2021; Bedion et al., 2017), 故并未纳入到本研究之中。

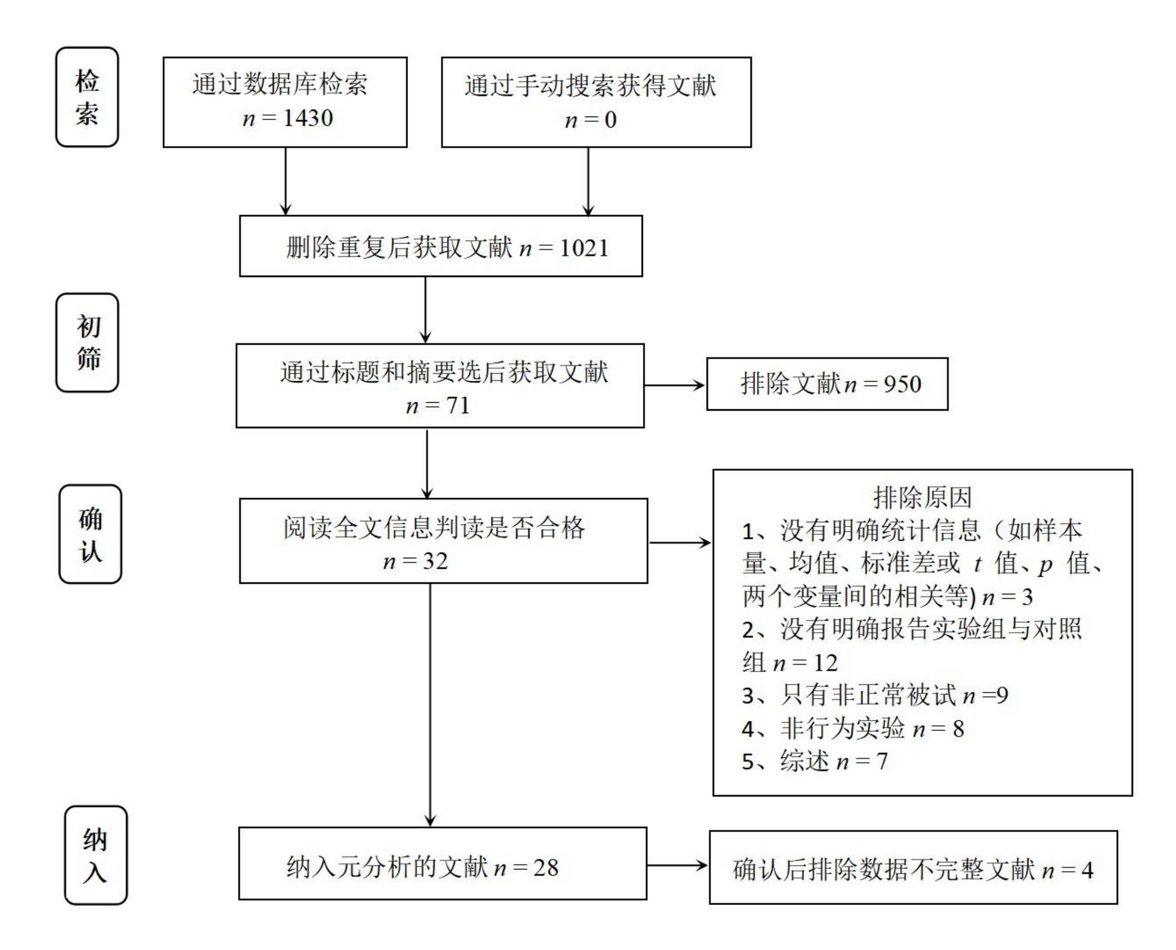


图 1 元分析文献筛选流程图

2.3 文献编码

经过筛选后, 将收集到的符合各标准的文献进行特征编码: 记录文章信息(作者和出版时间)、男性比例、平均年龄和样本量等(见表 1)。

表 1 纳入元分析的原始研究信息

作者	男性%	被试群体	平均年龄（岁）	*N*	子网络	实验范式	行为指标	统计分析	*d*
邱男., 2019	100	大学生	NVGPS = 12; AVGPS = 22	29	定向	UFOV 范式	正确率	F-test	0.133
张玉., 2011 A	100	大学生	18-26	36	定向	IOR 范式	反应时	F-test	1.283
张玉., 2011 B	100	大学生	18-26	36	定向	简单检测任务	反应时间	F-test	0.565
杨斌., 2009 A	100	大学生	19-26	16	执行控制	外侧分心物相融性范式	反应时间	F-test	0.389
杨斌., 2009 B	100	大学生	19-26	16	执行控制	外侧分心物相融性范式	反应时间	F-test	0.302
Azizi et al., 2017 A	60	大学生	NVGPS = 25.87; AVGPS = 23.2	60	定向	搜索范式	注视时间	*t*-test	0.049
Azizi et al., 2017 B	60	大学生	NVGPS = 25.87; AVGPS = 23.2	60	定向	搜索范式	注视时间	*t*-test	0.131
Azizi et al., 2017 C	60	大学生	NVGPS = 25.87; AVGPS = 23.2	60	定向	搜索范式	注视时间	*t*-test	-0.047
Azizi et al., 2017 D	60	大学生	NVGPS = 25.87; AVGPS = 23.2	60	定向	搜索范式	注视时间	*t*-test	0.066
Azizi et al., 2017 E	60	大学生	NVGPS = 25.87; AVGPS = 23.2	60	定向	搜索范式	注视时间	*t*-test	0.077
Bavelier et al., 2012 A	100	大学生	20.5	26	定向	搜索范式	正确率	F-test	1.407
Bavelier et al., 2012 B	100	大学生	20.5	26	定向	搜索范式	反应时	F-test	1.222
Chen et al., 2018 A	未提及	儿童	7-12	24	定向	UFOV 范式	正确率	F-test	1.199
Chen et al., 2018 B	未提及	儿童	7-12	24	定向	UFOV 范式	反应时	F-test	1.417
Cain et al., 2014 A	62.5	大学生	NVGPS = 22.5; AVGPS = 21.0	40	执行控制	反线索范式	正确率	*t*-test	0.217
Cain et al., 2014 B	62.5	大学生	NVGPS = 22.5; AVGPS = 21.0	40	执行控制	反线索范式	正确率	*t*-test	0.030
Cain et al., 2014 C	62.5	大学生	NVGPS = 22.5; AVGPS = 21.0	40	执行控制	反线索范式	正确率	*t*-test	0.415
Cain et al., 2014 D	62.5	大学生	NVGPS = 22.5; AVGPS = 21.0	40	执行控制	反线索范式	正确率	*t*-test	0.259
Cain et al., 2014 E	67.35	大学生	NVGPS = 22.5; AVGPS = 20.9	49	执行控制	注意瞬脱范式	正确率	*t*-test	0.087
Cain et al., 2014 F	67.35	大学生	NVGPS = 22.5; AVGPS = 20.9	49	执行控制	注意瞬脱范式	正确率	*t*-test	0.815

作者	男性%	被试群体	平均年龄（岁）	*N*	子网络	实验范式	行为指标	统计分析	*d*
Cain et al., 2014 G	67.35	大学生	NVGPS = 22.5; AVGPS = 20.9	49	执行控制	注意瞬脱范式	正确率	*t*-test	0.179
Cain et al., 2014 H	67.35	大学生	NVGPS = 22.5; AVGPS = 20.9	49	执行控制	注意瞬脱范式	正确率	*t*-test	0.680
Cain et al., 2014 I	67.35	大学生	NVGPS = 22.5; AVGPS = 20.9	49	执行控制	注意瞬脱范式	正确率	*t*-test	0.118
Chisholm et al., 2015 A	100	大学生	20.5	57	定向	提示范式	正确率	*t*-test	0.620
Chisholm et al., 2015 B	100	大学生	20.5	57	定向	提示范式	反应时	F-test	0.625
Chisholm et al., 2015 C	100	大学生	20.5	57	定向	提示范式	反应时	F-test	0.965
Dale & Green et al., 2017 A	87.70	大学生	21.07	57	警觉	简单反应时	反应时	F-test	0.943
Dale & Green et al., 2017 B	87.70	大学生	21.07	57	执行控制	辨别反应时	反应时	F-test	1.111
Dale & Green et al., 2017 C	87.70	大学生	21.07	57	警觉	GO-no go 任务	反应时	F-test	1.251
Dale & Green et al., 2017 D	87.70	大学生	21.07	57	执行控制	注意瞬脱范式	正确率	F-test	0.259
Dale & Green et al., 2017 E	87.70	大学生	21.07	57	定向	UFOV 范式	正确率	F-test	0.839
Dale & Green et al., 2017 F	87.70	大学生	21.07	57	执行控制	MOT 范式	正确率	F-test	0.693
Dale & Green et al., 2017 G	87.70	大学生	21.07	57	执行控制	N-back 范式	正确率	F-test	0.093
Dale & Green et al., 2017 H	87.70	大学生	21.07	57	执行控制	N-back 范式	反应时	F-test	0.752
Dale et al., 2020 A	53.20	学生	30.58	2169	定向	UFOV 范式	正确率	*t*-test	1.010
Dale et al., 2020 B	53.20	学生	30.58	2169	执行控制	MOT 范式	正确率	*t*-test	0.700
Föcker et al., 2018 A	100	大学生	NVGPS = 21.5; AVGPS = 21.1	32	执行控制	注意控制范式	正确率	F-test	0.637
Föcker et al., 2018 B	100	大学生	NVGPS = 21.5; AVGPS = 21.1	32	执行控制	抓式表现任务	正确率	*t*-test	0.739
Föcker et al., 2019	100	男性青年	23	29	警觉	快速序列呈现范式	反应时	F-test	0.742
Gao et al., 2018 A	100	大学生	NVGPS = 19.67; AVGPS = 21	29	警觉	视听刺激任务	反应时	F-test	0.172
Gao et al., 2018 B	100	大学生	NVGPS = 19.67; AVGPS = 21	29	警觉	视听刺激任务	灵敏度	F-test	0.261
Gao et al., 2018 C	100	大学生	NVGPS = 19.67; AVGPS = 21	29	警觉	视听刺激任务	似然比	F-test	0.214

作者	男性%	被试群体	平均年龄（岁）	*N*	子网络	实验范式	行为指标	统计分析	*d*
Green & Bavelier., 2006	47	大学生	NVGPS = 21.0; AVGPS = 21.3	32	执行控制	MOT 范式	正确率	F-test	1.337
Hubert-Wallander et al., 2011	100	大学生	NVGPS = 19.5; AVGPS = 19.0	21	定向	搜索范式	正确率	F-test	1.232
Irons et al., 2011	100	大学生	NVGPS = 18.32; AVGPS = 19.74	32	执行控制	Flanker 范式	正确率	F-test	0.657
Jacques & Seitz., 2020 A	65.79	大学生	18-24	38	定向	UFOV 范式	正确率	F-test	0.964
Jacques & Seitz., 2020 B	65.79	大学生	18-24	38	定向	UFOV 范式	正确率	F-test	0.060
Jacques & Seitz., 2020 C	66.67	大学生	18-24	42	定向	UFOV 范式	正确率	F-test	0.224
Jacques & Seitz., 2020 D	66.67	大学生	18-24	42	定向	UFOV 范式	正确率	F-test	0.095
Karle et al., 2011 A	100	大学生	NAVGPS = 18.30; AVGPS = 19.2	56	定向	视觉搜索范式	反应时	F-test	0.531
Karle et al., 2011 B	100	大学生	NAVGPS = 18.30; AVGPS = 19.2	40	定向	视觉搜索范式	反应时	F-test	0.878
Li et al., 2019 A	50.90	大学生	NAVGPS = 19.11; AVGPS = 19.55	55	执行控制	Flanker 范式	反应时	*t*-test	-0.212
Li et al., 2019 B	50.90	大学生	NAVGPS = 19.11; AVGPS = 19.55	55	执行控制	全局刺激任务	正确率	*t*-test	0.443
Mishra et al., 2011 A	100	成年人	NAVGPS = 24; AVGPS = 21	41	执行控制	Flanker 范式	反应时	F-test	0.692
Mishra et al., 2011 B	100	成年人	NAVGPS = 24; AVGPS = 21	41	执行控制	Flanker 范式	正确率	F-test	0.659
Murphy & Spencer, 2009 A	100	大学生	17-25	60	执行控制	注意瞬脱范式	正确率	F-test	0.221
Murphy & Spencer, 2009 B	100	大学生	17-25	59	定向	UFOV 范式	正确率	F-test	0.136
Murphy & Spencer, 2009 C	100	大学生	17-25	59	定向	UFOV 范式	反应时	F-test	0.553
Murphy & Spencer, 2009 D	100	大学生	17-25	61	警觉	非注意盲视范式	正确率	F-test	0.199
Murphy & Spencer, 2009 E	100	大学生	17-25	59	执行控制	重复盲视范式	正确率	F-test	0.137
Qiu et al., 2018	100	大学生	22.26 ± 0.23	29	定向	UFOV 范式	正确率	F-test	0.133
Schmidt et al., 2020	60	手球运动员	24.4	75	警觉	视听刺激任务	反应时	F-test	0.782
Schenk et al., 2020	51.50	大学生	22.53	33	执行控制	视觉分类任务	正确率	F-test	0.830
Trisolini et al., 2018	62.22	高中生	15	45	定向	提示范式	正确率	F-test	0.712

作者	男性%	被试群体	平均年龄（岁）	*N*	子网络	实验范式	行为指标	统计分析	*d*
Wong & Chang., 2018 A	52.20	大学生	22.53	113	警觉	全局刺激任务	灵敏度	F-test	1.196
Wong & Chang., 2018 B	52.20	大学生	22.53	113	警觉	全局刺激任务	一致性	F-test	1.731
Wu et al., 2021 A	52.20	大学生	18-24	59	执行控制	Flanker 范式	反应时	F-test	0.519
Wu et al., 2021 B	52.20	大学生	18-24	59	执行控制	Flanker 范式	反应时	F-test	0.706
Wu et al., 2021 C	52.20	大学生	18-24	59	执行控制	Flanker 范式	反应时	F-test	0.674
Zhang & Yang., 2010 A	100	大学生	19-26	16	定向	空间注意范式	正确率	F-test	1.252
Zhang & Yang., 2010 B	100	大学生	19-26	16	定向	空间注意范式	反应时	F-test	1.244

注：（1）为节省篇幅大部分文献只列出了第一作者; (2)同一研究的多个独立样本用字母表示区分。

2.4 数据分析

2.4.1 效应量

由于每篇文献中可能存在多个效应量, 在同一篇文献中设置多个条件, 就会使筛选得到符合条件的效应量过多, 导致某一篇文献在元分析研究中占比过大, 导致结果的偏差(Borenstein et al., 2009)。本研究采用 Comprehensive Meta Analysis 3.0 (CMA3.0)进行数据合并, 将合并效应量(pooled effect size)作为纳入元分析的最终效应量。元分析一般使用的效应量有两个：一个为标准化平均差(d); 另一个为相关系数(r)。本研究选取 Cohen's d 作为效应量, 实验组为动作电子游戏玩家, 对照组为非动作电子游戏玩家。

2.4.2 模型选择与异质性分析

现有元分析研究中一般存在两种经常使用的统计模型, 一个是固定效应模型(fixed effect model) 另一个是随机效应模型(random effect model), 而模型的选择要基于研究假设(Borenstein et al., 2010)。在固定效应模型是假设存在一个真实的效应量, 它是分析中所有研究的基础, 所有观察到的效应差异都可能是由于抽样误差引起的(邵嵘 等, 2019)。在随机效应模型假设中, 每个研究背后的真实效应量是不同的, 有可能所有的研究都有一个共同的效应大小, 但也有可能每个研究的效应大小不同, 而其中的原因可能是由于被试特征差异、范式的差异等, 但其元分析结论更加具有推广性(曾宪卿 等, 2021)。由于本元分析纳入研究的文献中在多方面存在差异, 例如研究范式、指标、被试性别等, 然而最终的结果可能受到以上因素影响, 因此选择随机模型较为合理(吴鹏, 刘华山, 2014)。

除此之外, 为了更准确的选择统计模型, 本研究还会采用 Q 检验和 I^2 检验来进行异质性检验。Q 值显著表示研究之间存在异质性; I^2 指标用于描述样本中由于研究之间的真正异质性而不是单纯的抽样误差所造成的变异率的百分比, I^2 越大, 异质性越大(Higgins et al., 2003), $I^2 \leq 25\%$说明异质性低, $I^2 \geq 75\%$说明异质性高(Huedo-Medina et al., 2006)。总体分析 I^2 检验与 Q 检验以确定每个样本是否具有显著的异质性水平(准实验研究和真实实验), 从而评估采用哪种模型更加的合理, 而 $I^2 > 25\%$是选取随机模型的必要条件(曾宪卿 等, 2021)。

2.4.3 发表偏倚检验

发表偏倚(publication bias)指当研究结果的发表取决于结果的性质和方向时, 已发表的研究结果可能与未发表的研究结果存在系统差异, 只发表表明重要发现的结果会扰乱有利于积极结果的研究结果的平衡(Song et al., 2010)。但由于发表偏倚属于客观存在的因素, 目前并没有找到特别好的方法的可以对其进行修正(Reed, 2015)。前研究者们用于检验发表偏倚的方法有很多种, 比如：等级相关测验法(Rank Correlation Test)、剪补法(Trim and fill)、漏斗

图法(Funnel plot)、失安全系数(Rosenthal's N_{fs})和 Egger 线性回归检验(Egger linear regression test)。本研究采用漏斗图法与失安全系数(Rosenthal's N_{fs})方法进行发表偏倚检验。对于漏斗图法, 图中呈现为一个倒漏斗状, 证明研究可能不存在发表偏倚; 关于失安全系数(Rosenthal's N_{fs})的方法, 如果系数大于 $5k+10$, k 为效应量数(Rosenberg., 2005), 则认为出现发表偏倚的可能性较低。

3 研究结果

3.1 异质性检验

对元分析中所包含的效应量进行异质性检验, 凭借异质性结果决定采用随机效果模型还是固定效果模型(见表 2)。Q 值显著表示研究之间存在异质性, 对注意的选择、定向、执行控制和警觉分别进行 Q 检验, 其值分别为 Q (定向) = 54.16 (p = 0.003)、Q (执行控制) = 46.66 (p = 0.027)、Q (警觉) = 24.70 (p = 0.003), 注意的三个子网络均表明了显著的异质性。关于 I^2 的大小界定, 当 $I^2 \leq 25\%$时, 判断各个研究之间为低度异质性、当 $I^2 \geq 75\%$时, 认为各个研究之间为高度异质性, 当 $25\% < I^2 < 75\%$时, 认为研究间存在中度异质性(Borenstein et al., 2009)。对注意的子网络分别进行 I^2 检验, 结果分别为 I^2 (定向) = 46.46%, I^2 (执行控制) = 35.71%和 I^2 (警觉) = 63.56%。注意的三个子网络均为中等异质性。因此两种方法都可以证明注意的三个子网络均应选取随机效应模型。

表 2 效应值异质性检验

子网络	模型	独立样本	异质性				Tau-squared			
			Q 值	df	p 值	I-squared	Tau-squared	SE	方差	Tau
定向	随机模型	30	54.16	29	0.003	46.46%	0.09	0.05	0.003	0.30
执行控制	随机变量	31	46.66	30	0.027	35.71%	0.05	0.04	0.001	0.23
警觉	随机变量	10	24.70	9	0.003	63.56%	0.20	0.15	0.022	0.44

3.2 主效应检验

3.2.1 注意的定向

在注意的定向这一结果变量上, 采用随机效应模型对动作电子游戏玩家和非动作电子游戏玩家的差异进行分析, 如表 3 所示, 平均效应量(Cohen’s d)值为 0.58, 关于效应量大小的界定, 0.2、0.5、0.8 分别为小、中、大效应量(Cohen, 1992), 此结果为中效应量, 双侧检验 p <

0.001, 95%的置信区间为[0.42, 0.74], 说明动作电子游戏玩家和非动作电子游戏玩家在注意的定向上的存在显著差异。

3.2.2 注意的执行控制

如表 3 所示, 在注意的执行控制中, 采用随机效应模型分析其对动作电子游戏玩家和非动作电子游戏玩家的影响。结果显示, 平均效应量(Cohen's *d*)值为 0.39, 结果为小效应量, 双侧检验 $p < 0.001$, 95%的置信区间为[0.25, 0.53], 说明动作电子游戏玩家和非动作电子游戏玩家在注意的执行控制上的存在显著差异。

3.2.3 注意的警觉

采用随机效应模型对注意觉警对动作电子游戏玩家和非动作电子游戏玩家的影响进行分析。结果如表 3 所示, 平均效应量(Cohen's *d*)值为 0.75, 双侧检验 $p < 0.001$, 95%的置信区间为[0.41, 1.10], 说明动作电子游戏玩家和非动作电子游戏玩家在注意警觉上的存在显著差异, 并且根据 Cohen (1992)对效应量大小的划分, 动作电子游戏对注意警觉有中等程度的影响。

表 3 主效应分析

子网络	模型	独立样本	效应值及 95%的置信区间			双尾检验	
			点估计	下限	上限	*z* 值	*p* 值
定向	随机效应	30	0.58	0.42	0.74	6.98	0.000
执行控制	随机效应	31	0.39	0.25	0.53	5.58	0.000
警觉	随机效应	10	0.75	0.41	1.10	4.26	0.000

3.3 调节效应

主要就行为指标(反应时与正确率)作为调节变量, 探究其是否对注意的子网络起到调节作用。

3.3.1 注意的定向的调节变量分析

采用随机效应模型对行为指标进行分析, 其中行为指标的效应量值分别为 *d* (反应时) = 0.83; *d* (正确率) = 0.64; *d* (注视时间) = 0.06, 组间异质性检验显示出显著的异质性(Q_B = 24.81, p< 0.001), 亚组分析详细结果见表 4。

表 4 调节变量分析结果

调节变量	同质性分析			类别	独立样本	效应值及 95%置信区间				双侧检验
	Q_B	*df*	*p*			点估计	下限	上限	*z*	*p*
注意的定向	24.81	2	<0.001	反应时	11	0.83	0.63	1.03	8.16	<0.001
				正确率	14	0.64	0.47	0.81	7.26	<0.001
				注视时间	5	0.06	0.19	0.30	0.45	0.652
注意的执行控制	3.95	2	0.139	反应时	9	0.53	0.32	0.74	4.89	<0.001
				正确率	21	0.30	0.17	0.42	4.59	<0.001
				任务得分	1	0.64	−0.07	1.35	1.76	0.079
注意的警觉	20.45	5	<0.001	反应时	5	0.77	0.45	1.08	4.74	<0.001
				正确率	1	0.20	−0.31	0.70	0.77	0.439
				灵敏度	2	0.85	0.41	1.30	3.74	<0.001
				似然比	1	0.21	−0.16	0.94	0.57	0.566
				一致性	1	1.73	1.11	2.35	5.47	<0.001

注：Q_B：组间异质性 Q 检验

3.3.2 注意的执行控制的调节变量分析

采用随机效应模型对行为指标进行分析, 其中行为指标的效应量值分别为 *d* (反应时) = 0.53; *d* (正确率) = 0.30; *d* (任务得分) = 0.64, 组间异质性检验显示出不显著的异质性(Q_B = 3.95, p = 0.139), 亚组分析详细结果见表 4。

3.3.3 注意的警觉的调节变量分析

采用随机效应模型对行为指标进行分析, 其中行为指标的效应量值分别为 *d* (反应时) = 0.77; *d* (正确率) = 0.20; *d* (灵敏度) = 0.85; *d* (似然比) = 0.21; *d* (一致性) = 1.73, 组间异质性检验显示出显著的异质性(Q_B = 20.45, p = 0.025), 亚组分析详细结果见表 4。

3.4 发表偏移检验

根据漏斗图均匀分布在左右两侧, 表明在本分析中, 各主要效应存在发表偏差的可能性较低。但由于漏斗图是一种主观的检验发表偏倚的方法, 所以还要使用失安全系数检验进一步分析(见表 5)。

本研究中各主效应的失安全系数 *Fail-safe N* 均大于临界值, 注意定向的临界值为 712; 注意执行控制的临界值为 373; 注意的警觉的临界值为 120, 注意子网络 5*k*+10 检验值均小于其临界值。综合以上结果表明本研究出现发表偏倚的可能性较小。

表 5 发表偏倚检验

	注意子网络	Rosenthal's *N*	5*k*+10	*z*	*p*
发表偏差检验	定向	712	169	9.74	<0.001
	执行控制	373	165	7.07	<0.001
	警觉	120	60	7.06	<0.001

4 讨论

研究通过元分析对动作电子游戏与不同注意子网络之间的关系进行考察。结果显示, 动作电子游戏对注意的定向、警觉、执行控制三个方面均有不同程度的影响, 其中对于警觉的影响最为显著, 呈现为中等偏高程度; 对于定向的影响为中等程度, 但数值与小效应量所属范围差异较小; 对执行控制呈现低等程度的影响, 实际意义较低。结果说明, 动作电子游戏对注意子网络均会产生影响, 但对警觉的影响要大于定向和执行控制, 前人研究中存在的矛盾结果可能是由于考察的注意子网络不同而导致的。研究解释了以往研究存在争议和矛盾, 进一步细化了动作电子游戏与注意的关系, 为大脑可塑性的发展和动作电子游戏的教育意义提供了新的证据。

动作电子游戏对注意的子网络均存在显著影响。这与以往研究发现的动作电子游戏对注意影响较大的结果是相符的(Brodbeck & Dupuis, 2020; Feng & Spence, 2018)。可能的原因是由于动作电子游戏具有许多认知刺激元素：移动的目标、地图的记忆、谜题的解决、手眼运动的协调, 通常还需要决策的速度(Hubert-Wallander et al., 2011; Spence & Feng, 2010)。而玩家为了在游戏中获得胜利, 则必须要将注意力分配到游戏中, 在角色移动的视角、空间的环境和装备的选择之间不断切换(El-Nasr & Yan, 2006; Hubert-Wallander et al., 2011)。玩家在游戏时多种刺激元素会对不同的注意子网络产生影响, 比如移动目标的快速判断对警觉、选择功能产生影响; 对于视角与装备的切换方面会对注意定向产生影响等等。而随着游戏时间的增加, 这些任务经验均可以使注意力技能得到提高。

然而, 虽然动作电子游戏对注意的三个子网络均存在显著影响, 但其影响程度存在显著差异。其中对于警觉的影响是最大的, Wu 等人(2021)采用 ANT 范式进行实验发现, 动作电

子游戏对注意的影响与警觉功能显著相关。这可能是由于动作电子游戏中玩家对敌人的识别是因为运动或亮度瞬变来识别的, 为了应对游戏中即将到来的挑战, 玩家在准备状态中更加敏感, 从而对警觉功能产生了影响。Cain 等人(2014)采用反线索任务(Anti-cueing Task)和注意瞬脱任务证实, 动作电子游戏玩家相较于非动作电子游戏玩家在注意方面产生的诸多好处可能是通过改善外源性(刺激驱动)注意力的控制, 这也可能是动作电子游戏对注意的警觉影响最大的缘由。Wu 等人(2021)研究显示, 相对于非动作电子游戏玩家, 动作电子游戏玩家在注意的子网络之间表现出更多的相关性。而注意网络的相互作用能够影响注意功能的效率(Fan et al., 2009; Xuan et al., 2016)。警觉与执行控制之间相互作用会增强冲突效应(Fan et al., 2009), 定向可以提高执行控制的效率(Fan et al., 2009; Spagna et al., 2015), 并且警觉可以影响定向的行为效应(Fuentes & Campoy, 2008)。然而动作电子游戏对注意的警觉影响最大, 警觉网络会抑制执行控制网络(孙玉静, 尚雪松, 2017), 这可能是导致动作电子游戏对于注意的定向和执行控制的影响均较低, 但对于执行控制的影响是最小的缘由。由此可见, 在进行动作电子游戏对注意的影响的研究时要区分对不同子网络的选择和测量, 并在相同的注意子网络之间进行比较, 避免由于注意的子网络不同进行比较而产生的结果存在较大差异。

此外, 分析把行为指标作为调节变量, 以此更加明确地探究动作电子游戏和不同注意子网络的关系。本研究纳入的文献中涉及的任务类型有反应时、正确率、注视时间、似然比、灵敏度和一致性, 各种类型的效应值大小不一样, 其中反应时和正确率更具有代表性。调节变量分析发现, 行为指标在注意的定向与警觉中均表现出显著的调节作用, 效应值均为反应时大于正确率。这可能因为相较于正确率, 在一些注意测试任务中反应时的灵敏度更高。例如在 Flanker 任务中, 反应时结果显著而正确率结果不显著(Li et al., 2019; Wu et al., 2021)。与非动作电子游戏玩家相比, 动作电子游戏玩家分散注意能力更强, 所以他们在一些目标检测任务中, 面对低概率目标时会表现出更低的注意力成本(Greenfield et al., 1994), 即牺牲正确率减少对视觉刺激的反应时间(Orosy-Fildes & Allan, 1989; Yuji, 1996)。反应时的灵敏度更高还可能是因为在注意相关测试任务中可能会有多个按键可供选择, 由于工作记忆(注：记住每根手指所按的按键)和策略(注：手指的位置, 使用一只手还是两只手等等)等问题导致正确率下降, 由此变得不灵敏。此外, 行为指标出现显著的调节效应也可能是因为动作电子游戏玩家在游戏中需要对速度–准确率进行平衡, 以射击游戏为例, 玩家要进行持续的扫描屏幕、移动鼠标, 发现目标时需要快速反应多次集中射击, 在此基础上增强对敌人打击的准确率, 从而导致动作电子游戏玩家反应速度的追求要优于对准确率的追求。也有研究发现, 无论警觉性水平如何, 信息都以相同的速度积累, 但当警觉性较高的时候, 反应的标准会更为宽松(Fan et al., 2002), 游戏中玩家为了取得胜利会处于高度警觉状态, 为了追求速度与刺激, 会导致其适当放弃准确率。因此, 未来的研究应当注意对行为变量的选取, 采用更加切合研究的行为变量测量动作电子游戏与注意之间的关系。

5 结论

(1)动作电子游戏对注意警觉会产生较大影响。

(2)动作电子游戏对注意的作用受行为指标的调节, 反应时较正确率的效应量更大。

参考文献

(*表示纳入元分析的文献)

*邱男. (2019). *基于电生理研究电子游戏对视觉选择性注意的短时效应* (硕士学位论文). 电子科技大学, 四川.

邵嵘, 滕召军, 刘衍玲. (2019). 暴力视频游戏对个体亲社会性的影响：一项元分析. *心理科学进展, 27(3)*, 453−464.

吴鹏, 刘华山. (2014). 道德推理与道德行为关系的元分析. *心理学报, 46(8)*, 1192−1207.

孙玉静, 尚雪松. (2017). 注意网络神经机制的述评. *心理学进展*, 7(3), 366−376.

*杨斌. (2009). *对动作类电子游对对玩家注意负荷和分配方式影响的研究* (硕士学位论文). 北京师范大学.

张豹, 刘树辉, 缪素媚, 黄赛. (2019). 动作电子游戏经验对视觉注意的积极影响. *中国临床心理学杂志, 27(6)*, 5.

曾宪卿, 许冰, 孙博, 叶健彤, 傅世敏. (2021). EMMN 受偏差-标准刺激对类型和情绪类型影响: 来自元分析的证据. *心理科学进展, 29(7)*, 1163.

*张玉. (2011). *动作电子游戏经验对基于位置和基于客体返回抑制的影响*(硕士学位论文). 华南师范大学, 广东.

*Azizi, E., Abel, L. A., & Stainer, M. J. (2017). The influence of action video game playing on eye movement behaviour during visual search in abstract, in-game and natural scenes. *Attention, Perception, & Psychophysics, 79*(2), 484−497.

*Bavelier, D., Achtman, R. L., Mani, M., & Föcker, J. (2012). Neural bases of selective attention in action video game players. *Vision Research*, *61*, 132−143.

Bediou, B., Adams, D. M., Mayer, R. E., Tipton, E., Green, C. S., & Bavelier, D. (2018). Meta-analysis of action video game impact on perceptual, attentional, and cognitive skills. *Psychological Bulletin, 144*(1), 77.

Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P., & Rothstein, H. R. (2010). A basic introduction to fixed-effect and random-effects models for meta-analysis. *Research Synthesis Methods, 1*(2), 97−111.

Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2009). Meta-analysis methods based on direction and p-values. *Introduction to Meta-Analysis* (pp. 325−330). John Wiley & Sons, Ltd.

Brodbeck, M. I., & Dupuis, P. (2020). The short term effects of action and non-action videogame play on attention. *Intersect: The Stanford Journal of Science, Technology, and Society, 14*, 1−13.

*Cain, M. S., Prinzmetal, W., Shimamura, A. P., & Landau, A. N. (2014). Improved control of exogenous attention in action video game players. *Frontiers in Psychology, 5*, 69.

*Chen, M.-S., Chiu, T.-S., & Chen, W.-R. (2018). Differences in visual attention performance between action game playing and non-playing children. *Congress of the International Ergonomics Association* (pp. 639−648). Springer, Cham.

*Chisholm, J. D., & Kingstone, A. (2015). Action video games and improved attentional control: Disentangling selection-and response-based processes. *Psychonomic Bulletin & Review, 22*(5), 1430−1436.

Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin, 112(1),* 155−159.

Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience, 3*(3), 201−215.

*Dale, G., & Green, C. S. (2017). Associations between avid action and real-time strategy game play and cognitive performance: A pilot study. *Journal of Cognitive Enhancement, 1*(3), 295−317.

*Dale, G., Kattner, F., Bavelier, D., & Green, C. S. (2020). Cognitive abilities of action video game and role-playing video game players: Data from a massive open online course. *Psychology of Popular Media, 9*(3), 347.

El-Nasr, M. S., & Yan, S. (2006, June). Visual attention in 3d video games. In *Proceedings of the 2006 ACM SIGCHI International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology* (p. 22). Hollywood, CA, USA.

Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics, 16*(1), 143−149.

Fan, J., Gu, X., Guise, K. G., Liu, X., Fossella, J., Wang, H., & Posner, M. I. (2009). Testing the behavioral interaction and integration of attentional networks. *Brain and Cognition, 70*(2), 209−220.

Fan, J., McCandliss, B. D., Fossella, J., Flombaum, J. I., & Posner, M. I. (2005). The activation of attentional networks. *Neuroimage, 26*(2), 471−479.

Fan, J., McCandliss, B. D., Sommer, T., Raz, A., & Posner, M. I. (2002). Testing the efficiency and independence of attentional networks. *Journal of Cognitive Neuroscience, 14*(3), 340−347.

Feng, J. y Spence I. (2018). Playing action video games boosts visual attention. In Ferguson, C. (Ed.), *Video game influences on aggression, cognition, and attention* (pp.93−104). Cham:Springer.

*Föcker, J., D. Cole, A.L. Beer & D. Bavelier. (2018). Neural bases of enhanced attentional control: Lessons from action video game players. *Brain and Behavior, 8*, 1−18.

*Föcker, J., Mortazavi, M., Khoe, W., Hillyard, S. A., & Bavelier, D. (2019). Neural correlates of enhanced visual attentional control in action video game players: An event-related potential study. *Journal of Cognitive Neuroscience, 31*(3), 377−389.

Fuentes, L. J., & Campoy, G. (2008). The time course of alerting effect over orienting in the attention network test. *Experimental Brain Research, 185*(4), 667−672.

*Gao, Y.-L., Zhang, S.-H., Zhang, Y., Wang, M.-X., Li, Y.-X., Wang, Z.-N., & Ye, C. (2018). *Action video games influence on audiovisual integration in visual selective attention condition*. Paper presented at International Conference on Medicine Sciences and Bioengineering, Suzhou, Jiangsu, China,

Gillebert, C. R., Mantini, D., Peeters, R., Dupont, P., & Vandenberghe, R. (2013). Cytoarchitectonic mapping of attentional selection and reorienting in parietal cortex. *Neuroimage, 67*, 257−272.

*Green, C. S., & Bavelier, D. (2006). Enumeration versus multiple object tracking: The case of action video game players. *Cognition, 101(1),* 217-245.

Green, C. S., & Bavelier, D. (2015). Action video game training for cognitive enhancement. *Current Opinion in Behavioral Sciences, 4*, 103−108.

Greenfield, P. M., DeWinstanley, P., Kilpatrick, H., & Kaye, D. (1994). Action video games and informal education: Effects on strategies for dividing visual attention. *Journal of Applied Developmental Psychology, 15,* 105−123

Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience, 3,* 201−215.

Higgins, J. P., Thompson, S. G., Deeks, J. J., & Altman, D. G. (2003). Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ, 327*(7414), 557−560.

*Hubert-Wallander, B., Green, C. S., & Bavelier, D. (2011). Stretching the limits of visual attention: The case of action video games. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science, 2*(2), 222−230.

Huedo-Medina, T. B., Sánchez-Meca, J., Marín-Martínez, F., & Botella, J. (2006). Assessing heterogeneity in meta-analysis: Q statistic or I² index? *Psychological Methods, 11*(2), 193.

*Irons, J. L., Remington, R. W., & McLean, J. P. (2011). Not so fast: Rethinking the effects of action video games on attentional capacity. *Australian Journal of Psychology, 63*(4), 224−231.

*Jacques, T., & Seitz, A. R. (2020). Moderating effects of visual attention and action video game play on perceptual learning with the texture discrimination task. *Vision Research, 171,* 64-72.

Jevons, W. S. (1871). The power of numerical discrimination. *Nature, 3*(67), 281−282.

*Karle, J. W. (2011). *The impact of action video game play on attention and cognitive control* (Unpublished doctorial dissertation).McMaster University, Canada.

Kozhevnikov, M., Li, Y., Wong, S., Obana, T., & Amihai, I. (2018). Do enhanced states exist? Boosting cognitive capacities through an action video-game. *Cognition, 173*, 93−105.

Karle, J. W., Watter, S., & Shedden, J. M. (2010). Task switching in video game players: Benefits of selective attention but not resistance to proactive interference.*Acta Psychologica, 134*(1), 70−78.

*Li, Y., Jin, X., Wang, Y., & Niu, D. (2019). Reduced lateralization of attention in action video game players. *Frontiers in Psychology, 10*, 1631.

*Mishra, J., Zinni, M., Bavelier, D., & Hillyard, S. A. (2011). Neural basis of superior performance of action videogame players in an attention-demanding task. *Journal of Neuroscience, 31*(3), 992−998.

*Murphy, K., & Spencer, A. (2009). Playing video games does not make for better visual attention skills. *Journal of Articles in Support of the Null Hypothesis, 6*(1)*,* 1539−8714.

Orosy-Fildes, C., & Allan, R. W. (1989). Psychology of computer use: XII. videogame play: Human RT to visual stimuli. *Perceptual and Motor Skills, 69,* 243−247.

Posner MI.(1978). *Chronometric explorations of mind.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 32*(1), 3−25.

Posner, M. I., & Dehaene, S. (1994). Attentional networks. *Trends in Neurosciences, 17*(2), 75−79.

Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience, 13*(1), 25−42.

Posner, M. l., & Fan, J.(2008). Attention as an organ system. In J. RPomerantz (Ed.), *Lopics in Integrative Neuroscience: From Cellsto Cognition* (pp. 31−61). Cambridge, Uk: CambridgeUniversity Press.

*Qiu, N., Ma, W., Fan, X., Zhang, Y., Li, Y., Yan, Y., ... Yao, D. (2018). Rapid improvement in visual selective attention related to action video gaming experience. *Frontiers in Human Neuroscience*, *12*, 1−11.

Raymond, J. E., Shapiro, K. L., & Arnell, K. M. (1992). Temporary suppression of visual processing in an RSVP task: An attentional blink? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 18*(3), 849.

Reed, W. R. (2015). A Monte Carlo analysis of alternative meta-analysis estimators in the presence of publication bias. *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal, 9,* 1−40.

Rosenberg, M. S. (2005). The file-drawer problem revisited: A general weighted method for calculating fail-safe numbers in meta-analysis. *Evolution*, 59(2), 464−468.

*Schenk, S., Bellebaum, C., Lech, R. K., Heinen, R., & Suchan, B. (2020). Play to win: Action video game experience and attention driven perceptual exploration in categorization learning. *Frontiers in Psychology, 11*, 933.

*Schmidt, A., Geringswald, F., Sharifian, F., & Pollmann, S. (2020). Not scene learning, but attentional processing is superior in team sport athletes and action video game players. *Psychological Research, 84*(4), 1028−1038.

Sekuler, R., & Ball, K. (1986). Visual localization: Age and practice.*Journal of the Optical Society of America A, 3*(6), 864−867.

Spagna, A., Dong, Y., Mackie, M.-A., Li, M., Harvey, P. D., Tian, Y., Wang, K., & Fan, J. (2015). Clozapine improves the orienting of attention in schizophrenia. *Schizophrenia Research, 168*(1−2), 285−291.

Spence, I., & Feng, J. (2010). Video games and spatial cognition. *Review of General Psychology, 14*(2), 92−104.

Song, F., Parekh, S., Hooper, L., Loke, Y. K., Ryder, J., Sutton, A. J., ... Harvey, I. (2010). Dissemination and publication of research findings: An updated review of related biases. *Health Technology Assessment, 14*(8), 1−220.

Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology, 12*(1), 97−136.

*Trisolini, D. C., Petilli, M. A., & Daini, R. (2018). Is action video gaming related to sustained attention of adolescents? *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 71*(5), 1033−1039.

*Wong, N. H., & Chang, D. H. (2018). Attentional advantages in video-game experts are not related to perceptual tendencies. *Scientific Reports, 8*(1), 1−9.

*Wu, X., Jiang, Y., Jiang, Y., Chen, G., Chen, Y., & Bai, X. (2021). The influence of action video games on attentional functions across visual and auditory modalities. *Frontiers in Psychology, 12*, 611778.

Xuan, B., Mackie, M.-A., Spagna, A., Wu, T., Tian, Y., Hof, P. R., & Fan, J. (2016). The activation of interactive attentional networks. *Neuroimage, 129*, 308−319.

*ZHANG Xuemin., & YANG Bin., (2010). Effects of action video game on spatial attention distribution in low and high perceptual load task. *Journal of Software, 5*(12), 1434−1441.

Yuji, H. (1996). Computer games and information processing skills. *Perceptual and Motor Skills, 83*, 643−647.

Effects of action video games on different attentional subnetworks: Evidence from a meta-analysis

CONG Xinrui[1], WU Zeyu[1], MAN Zula·aijiangshan[1], JIANG Yunpeng[1,2,3], LIU Yan[1], WU Xia[1,2,3]

([1] *Faculty of Psychology, Tianjin Normal University*; [2] *Key Research Base of Humanities and Social Sciences of the Ministry of Education, Academy of Psychology and Behavior*; [3] *Tianjin Social Science Laboratory of Students' Mental Development and Learning, Tianjin 300387, China*)

Abstract: Action video games (AVG) require players to process and quickly respond to multiple complex and rapidly changing pieces of information in a wide field of view. Previous research has debated whether AVG can promote the development of attentional skills. We used a meta-analysis approach to analyze the effects of AVG on attention and its sub-networks. The effects of behavioral indicators as moderating variables in the relationship between them were also examined. A total of 28 eligible papers with 71 effect sizes involving 3359 subjects was included. The results showed that AVG

had the most significant effect on attentional alertness, with a relatively high effect, while attentional orientation and executive control had a relatively low effects. Additionally, the effect of AVG on attention was moderated by behavioral indicators, with reaction times being greater than the effect of accuracy, suggesting that reaction times are more sensitive when examining attention functions. These findings suggest that AVG are most closely related to the alertness function and are influenced by the performance of reaction times. The present study clarifies the relationship between AVG and attention and provides a basis for comparison of results across studies.

Keywords: action video games (AVG), attention, meta-analysis, moderating effect, alertness